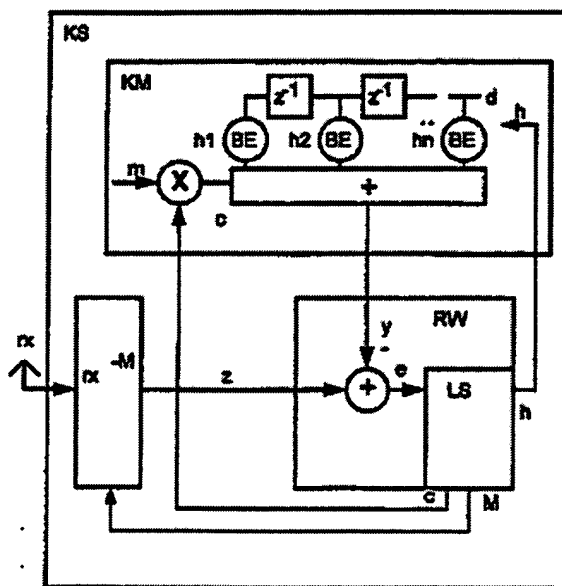


Mobile base station receiver signal DC voltage equalisation method

Patent number: DE19606102
Publication date: 1997-08-21
Inventor: SCHEIB FRANZ DIPL ING (DE)
Applicant: SIEMENS AG (DE)
Classification:
 - International: H04B1/12; H04B17/00
 - european: H04L25/02C3; H04L25/06A3
Application number: DE19961006102 19960219
Priority number(s): DE19961006102 19960219

Abstract of DE19606102

Channel coefficients are determined using a channel model to modulate the multi-path broadening of a radio signal and extend the dc coefficient. The DC coefft. determined by channel modelling is used to equalise the DC noise component of the reception signal. The receiver is e.g. the base station of a mobile telephone system. The receiver includes a channel estimator and a detector for processing the digitised receiver signals as antenna data. The receiver signals are transmitted at base band level.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 06 102 A 1**

⑤① Int. Cl.⁸:
H 04 B 1/12
H 04 B 17/00

⑳ Aktenzeichen: 198 08 102.4
㉔ Anmeldetag: 19. 2. 96
㉕ Offenlegungstag: 21. 8. 97

DE 196 06 102 A 1

⑦① Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

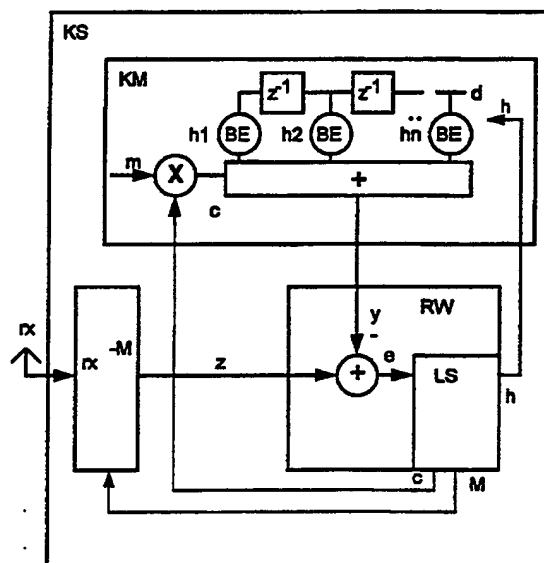
⑦② Erfinder:
Scheib, Franz, Dipl.-Ing., 81475 München, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:
EP 04 73 373 A2
MOULY, M., PAUTET, M.-B., »The GSM System for
Mobile Communications«, 49, rue Louise Bruneau,
F-91120 Palaiseau, Frankreich, 1992, S.231-237;
W. KOCH, »Optimum and sub-optimum detection of
coded data disturbed by time-varying inter- symbol
interference«, IEEE Proceedings 1990, S.1679-84;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zum Ausgleich des Gleichspannungsstöranteils von Empfangssignalen und derartig ausgestaltete Empfangseinrichtung bzw. Funkstation

⑤⑦ Ein Verfahren zum Ausgleich eines Gleichspannungsstöranteils von Empfangssignalen und eine derartig ausgestaltete Empfangseinrichtung bzw. Funkstation ist angegeben. Im Gegensatz zu anderen Verfahren (z. B. Mittelung) wird der Gleichspannungsanteil des Nutzsignals nicht unterdrückt. Ein Mittel zur Bestimmung von Kanalkoeffizienten unter Verwendung eines Kanalmodells zur Modulierung der Mehrwegeausbreitung von Funksignalen wird um einen Gleichspannungskoeffizienten erweitert. Der bei der Kanalmodellierung bestimmte Gleichspannungskoeffizient wird zum Ausgleich des Gleichspannungsstöranteils der Empfangssignale verwendet. Das Verfahren eignet sich insbesondere für den Einsatz in Basisstationen von Mobilfunksystemen.



DE 196 06 102 A 1



Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ausgleich des Gleichspannungsstöranteils von Empfangssignalen und einer Empfangseinrichtung bzw. Funkstation zur Durchführung dieses Verfahrens.

Funkstationen dienen der Übertragung von Informationen mit Hilfe von elektromagnetischen Wellen über eine Luftschnittstelle. Eine sendende Funkstation sendet die Informationen als Sendesignale, die in der empfangenden Funkstation als Empfangssignale in einer Antenneneinrichtung aufgenommen und einer Empfangseinrichtung zugeführt werden. Handelt es sich bei den zu übertragenden Informationen um digitale Informationen, dann findet z. B. nach einer Übertragung der Eingangssignale ins Basisband eine Analog/Digitalwandlung statt. Die digitalisierten Empfangssignale werden daraufhin entzerrt zum Ausgleich diverser Störungen bei der Übertragung über die Luftschnittstelle und einer Fehlerkorrektur unterzogen.

Durch die Überführung der Empfangssignale ins Basisband und die A/D-Wandlung wird dem Nutzsignal ein Gleichspannungsstöranteil hinzugefügt, der sich evtl. nicht durch Filterung oder Mittelung beseitigen läßt. Denn in verschiedenen Funksystemen, z. B. dem GSM Mobilfunksystem, weist auch das Nutzsignal einen Gleichspannungsanteil auf.

Der Ausgleich des Gleichspannungsstöranteils der Empfangssignale ist ein bekanntes Problem, für das es verschiedene Lösungsansätze gibt. Ein solcher Lösungsansatz ist in der deutschen Patentanmeldung 195 31 998.2 dargestellt. Hier kann der Gleichspannungsanteil durch Hinzunahme einer zusätzlichen Modulationsfrequenz herausgefiltert werden. Eine weitere auf GSM-Mobilfunksysteme bezogene Lösung besteht darin, in GSM-Endgeräten vom Empfänger nicht genutzten Zeitlegen, in denen die Empfangseinrichtung in Ruhelage ist, den Eingang des letzten Mischers auf Null-Potential zu führen und so den Gleichspannungsstöranteil auszugleichen. Dieses Verfahren ist jedoch insoweit begrenzt, da nicht bei allen Empfangseinrichtungen solche Ruhephasen existieren. Diese Art des Ausgleichs des Gleichspannungsstöranteils ist zum Beispiel für Basissstationen in GSM Mobilfunksystemen nicht oder nur unter erhöhtem schaltungstechnischem Aufwand nutzbar.

Weiterhin ist es aus W. Koch, "Optimum and sub-optimum detection of coded data disturbed by time-varying intersymbol interference", IEEE Proceedings 1990, S. 1679-84 bekannt, den Funkkanal in GSM Mobilfunksystemen durch ein Kanalmodell mit Kanaloeffizienten nachzubilden. Durch dieses Kanalmodell kann eine Mehrwegeausbreitung der Signale im Funkkanal modelliert werden. Die bestimmten Kanaloeffizienten dienen daraufhin in der Empfangseinrichtung zur Entzerrung der Empfangssignale.

Zur Bestimmung der Kanaloeffizienten wird z. B. eine Trainingssequenz eingesetzt, wie sie aus M. Mouly, M.-B. Pautet, "The GSM System for Mobile Communications", 49, rue Louise Bruneau, F-91120 Palaiseau, Frankreich, 1992, S. 231-237 bekannt ist. In der Empfangseinrichtung vorliegende Testdaten werden zu bekannten Zeitpunkten von der sendenden Funkstation übermittelt und erreichen die empfangende Funkstation als Empfangssignale. An die ins Basisband übertragenen und digitalisierten Empfangssignale der Trainingssequenz wird nun das Kanalmodell durch Berechnung der Kanaloeffizienten in der Empfangseinrichtung angepaßt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren, eine Empfangseinrichtung und eine Funkstation anzugeben, die unabhängig von einem eigenen Gleichspannungsanteil eines Empfangssignals, den Ausgleich eines Gleichspannungsstöranteils des Empfangssignals im Basisband vornehmen.

Die Aufgabe wird jeweils durch die Empfangseinrichtung nach Anspruch 1, die Funkstation nach Anspruch 6 und das Verfahren nach Anspruch 8 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Erfindungsgemäß wird zum Ausgleich des Gleichspannungsstöranteils von Empfangssignalen bei einem Mittel zur Bestimmung von Kanaloeffizienten unter Verwendung eines Kanalmodells ein weiterer Koeffizient, der Gleichspannungskoeffizient berücksichtigt. Dieser Gleichspannungskoeffizient wird dem Kanalmodell zur Modellierung der Mehrwegeausbreitung von Funksignalen hinzugefügt.

Bei der Kanalmodellierung, die Vergleichssignale zum Ausgleich eines Gleichspannungsstöranteils verwendet, wird somit auch der Gleichspannungskoeffizient bestimmt. Dieser Gleichspannungskoeffizient dient daraufhin zum Ausgleich des Gleichspannungsstöranteils der Empfangssignale. Der bestimmte Gleichspannungskoeffizient kann z. B. ein Korrekturwert sein, mit dem die Empfangssignale beaufschlagt werden. Der erfindungsgemäße Ausgleich des Gleichspannungsstöranteils kann dabei auch bei ständigem Betrieb der Empfangseinrichtung durchgeführt werden. Es werden keine Ruhelagen und keine Hilfssignale in der Empfangseinrichtung benötigt.

Eine erfindungsgemäße Empfangseinrichtung enthält dabei vorteilhafterweise einen Kanalschätzer und einen Detektor, die beide die ins Basisband übertragenen und digitalisierten Empfangssignale als Antennendaten verarbeiten. Der Kanalschätzer bestimmt die Kanaloeffizienten, die zur Berücksichtigung einer Mehrwegeausbreitung der Empfangssignale vorgesehen sind. Die berechneten Kanaloeffizienten werden dann dem Detektor, der die Entzerrung und Fehlerkorrektur vornimmt, zugeführt. Der Kanalschätzer nimmt die Modellierung des Funkkanals vor, indem er Mittel zum Bestimmen von Modelldaten unter Verwendung der Kanaloeffizienten und unter Berücksichtigung des Gleichspannungskoeffizienten des Kanalmodells enthält.

Weiterhin enthält der Kanalschätzer ein Rechenwerk zur Berechnung des Gleichspannungskoeffizienten. Das Rechenwerk verwendet dabei einen die Abweichung der Antennendaten und der Modelldaten minimierenden Algorithmus. Dieser Algorithmus wird während einer Trainingssequenz angewandt, bei der das Rechenwerk für die Verarbeitung von empfangenen Testdaten zuordenbaren Antennendaten und der Modelldaten vorgesehen ist. Die Modelldaten werden dabei durch Speisung des Kanalmodells mit den in der Empfangseinrichtung vorliegenden, unverzerrten Testdaten erzeugt. Das Kanalmodell mit den Kanaloeffizienten und dem Gleichspannungskoeffizienten wird somit an den realen Funkkanal angepaßt.

Die während dieser Trainingssequenz berechneten Kanaloeffizienten und der Gleichspannungskoeffizient werden auch außerhalb der Trainingssequenz verwendet. Beispielsweise dienen die Kanaloeffizienten zur Entzerrung und zur Fehlerkorrektur der Empfangssignale im Detektor, wohingegen der Gleichspannungskoeffizient bereits zum Ausgleich des Gleichspannungsstöranteils der dem Detektor zuzuführenden Antennen-



daten verwendet wird.

Bei der Verarbeitung digitalisierter Empfangssignale ist es somit z. B. möglich, die zum Ausgleich des Gleichspannungsstörannteils benötigten Mittel in einem digitalen Signalprozessor zu realisieren, wodurch jeder weitere schaltungstechnische Aufwand vermieden wird. Zudem sind in Trainingssequenzen Testdaten verwendbar, wie sie aus bestehenden Systemen bekannt sind (z. B. in GSM-Mobilfunksystem). Zusätzlicher Aufwand im Funksystem ist dadurch nicht erforderlich. Gemäß dieser vorteilhaften Ausgestaltung wird eine Trennung zwischen der Berechnung des zum Ausgleich des Gleichspannungsstörannteils vorgesehenen Gleichspannungskoeffizienten und dem späteren Einsatz des Gleichspannungskoeffizienten vorgenommen. Dies erweist sich als vorteilhaft bei bekannten Funksystemen, die eine solche Trennung bereits vorsehen. Jedoch kann der Ausgleich des Gleichspannungsstörannteils von Empfangssignalen auch während der weiteren Berechnung eines zu aktualisierenden Gleichspannungskoeffizienten vorgenommen werden.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung wird das Kanalmodell durch Verzögerungselemente und Bewertungselemente gebildet, wodurch ein Filter mit endlicher Impulsantwort realisiert wird. Zusätzlich zu der Modellierung durch die Kanalkoeffizienten werden Gleichspannungsmodellsymbole durch den Gleichspannungskoeffizienten bewertet und mit den Ausgangsdaten der übrigen Bewertungselemente überlagert. Als Überlagerungsergebnis liegen dann die Modelldaten vor. Die Kanalmodellierung kann u. a. durch eine programmtechnische Lösung in einem digitalen Signalprozessor umgesetzt werden.

Aufgrund von verschiedenen Modulationsverfahren, wie z. B. Derotationstechniken beim GSM-Mobilfunksystem, ist es in manchen Fällen nicht möglich, den Gleichspannungsstörannteil direkt von den Empfangssignalen abzuziehen. Deswegen werden dieser Modulationstechnik angepaßte Gleichspannungsmodellsymbole verwendet. Die Gestaltung der Gleichspannungsmodellsymbole ermöglicht es, den Ausgleich des Gleichspannungsstörannteils für verschiedenartigste Empfangseinrichtungen anzupassen. Es ist dabei zu beachten, daß die Gleichspannungsmodellsymbole durchaus unabhängig von den Testdaten sein können, denn sie betreffen die in der Empfangseinrichtung verwendete Demodulationsart und nicht den Funkkanal.

Der Ausgleich des Gleichspannungsstörannteils kann sowohl im Kanalschätzer oder im Detektor, als auch bereits vor der Kanalschätzung bzw. Entzerrung vorgenommen werden. Vorteilhafterweise wird der Detektor unverändert belassen und der Gleichspannungsstörannteilsausgleich bereits im Kanalschätzer oder zuvor vorgenommen.

Vorteilhafterweise ist die Empfangseinrichtung Teil einer in einem Funknetz betriebenen Funkstation, wobei zum Ausgleich des Gleichspannungsstörannteils der Gleichspannungskoeffizient bei veränderten Funkkanal neu bestimmt wird. Dieser Funkkanal verändert sich von Verkehrsbeziehung zu Verkehrsbeziehung. Bei Funknetzen wie dem GSM-Mobilfunknetz oder dem drahtlosen Funknetz nach DECT-Standard ist ein Verkehrsteilnehmer nämlich mobil, so daß sich die Signallaufwege ändern. Jedoch auch innerhalb einer Verkehrsbeziehung kann sich durch Frequenzwechsel ein veränderter Funkkanal ergeben. Wird die Funkstation im Zeitlagenmultiplex betrieben, dann kann vorgesehen sein, den Gleichspannungsstörannteil für jede Zeitlage

neu zu berechnen, indem eine Trainingssequenz in jeder Zeitlage zur Berechnung des Gleichspannungskoeffizienten verwendet wird.

Gemäß weiterer Ausgestaltungen der Erfindung wird

- die Bestimmung des Gleichspannungskoeffizienten gleichzeitig mit der Bestimmung der Kanalkoeffizienten und einer Synchronisation der empfangenen Testdaten mit den vorliegenden Testdaten durchgeführt,
- der Gleichspannungskoeffizient unabhängig von weiteren Berechnungen (Verzögerung, Kanalkoeffizienten) entsprechend einer Lernfunktion aus mehreren Berechnungen gemittelt, oder
- die Berechnung des Gleichspannungskoeffizienten erst nach erfolgter Synchronisation der empfangenen Testdaten mit den vorliegenden Testdaten durchgeführt.

Jede dieser Varianten genügt eigenen Anforderungen an Rechenzeit und Rechenaufwand. Ist der Gleichspannungsstörannteil wenig veränderlich, dann ist es vorteilhaft ihn über mehrere Berechnungen zu mitteln. Soll ein vorberechneter Gleichspannungskoeffizient auch auf die Antennendaten einer erneuten Berechnung des Gleichspannungskoeffizienten wirken, dann findet ständig (unabhängig von einer Trainingssequenz) ein Ausgleich des Gleichspannungsstörannteils statt und die Synchronisation und die Berechnung der Kanalkoeffizienten kann mit einem reduzierten Gleichungssystem erfolgen. Hierbei wird der benötigte Rechenaufwand verringert.

Für die gleichzeitige Synchronisation und Bestimmung der Kanalkoeffizienten und des Gleichspannungskoeffizienten wird beispielsweise ein Lösen eines überbestimmten Gleichungssystems an mehreren Positionen im zeitlichen Verhältnis der empfangenen Testdaten und der vorliegenden Testdaten vorgenommen. Die Lösung, die den geringsten Fehler, d. h. die Abweichung von Modelldaten und Antennendaten der Sequenz aufweist, wird ausgewählt.

Kann davon ausgegangen werden, daß der Gleichspannungsstörannteil einen bestimmten Grenzwert nicht überschreitet, dann ist es vorteilhaft zuerst eine zeitliche Synchronisation, z. B. durch gebräuchliche Korrelationsverfahren, durchzuführen, und dann die Kanalkoeffizienten und den Gleichspannungskoeffizienten gemeinsam zu berechnen. Diese Lösungsvariante benötigt weniger Rechenleistung.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Figuren näher erläutert.

Dabei zeigt:

Fig. 1 ein Funksystem mit Empfangseinrichtung zum Ausgleich eines Gleichspannungsstörannteils von Empfangssignalen;

Fig. 2 einen Kanalschätzer zur Synchronisation und zur Berechnung von Kanalkoeffizienten und von einem Gleichspannungskoeffizienten während einer Trainingssequenz; und

Fig. 3 einen Kanalschätzer und einen Detektor der Empfangseinrichtung beim Betrieb außerhalb der Trainingssequenz.

Die Funktionstation FS nach Fig. 1 ist Teil eines Funksystems, z. B. eines GSM-Mobilfunksystems. Über eine Antenneneinrichtung AE werden Empfangssignale rx empfangen und einer Empfangseinrichtung EE zugeführt. Die Funkstation FS ist beispielsweise eine Basis-



tation, die über eine Luftschnittstelle mit Mobilteilen verbunden ist. Im weiteren wird für die Basisstation der Empfangsfall dargestellt, es besteht üblicherweise jedoch eine zweiseitige Verkehrsbeziehung, d. h. die Basisstation weist auch eine Sendeeinrichtung auf.

Aus den Empfangssignalen werden in der Empfangseinrichtung EE z. B. durch eine Übertragung ins Basisband und darauffolgende Analog/Digitalwandlung digitale Signale erzeugt, die innerhalb der Empfangseinrichtung EE einem Kanalschätzer zugeführt werden. Der Kanalschätzer KS ist mit einem Detektor DT verbunden und führt diesem aus den digitalen Empfangssignalen rx abgeleitete Antennendaten z und im Kanalschätzer KS bestimmte Kanalkoeffizienten h zu. Der Detektor DT nimmt eine Entzerrung und Fehlerkorrektur der Antennendaten z unter Zuhilfenahme der Kanalkoeffizienten k vor und erzeugt Symbole s , die weiteren Einrichtungen der Empfangseinrichtung EE zugeführt werden (nicht dargestellt). In diesen weiteren Einrichtungen wird daraufhin eine Dekodierung und gegebenenfalls weitere Verarbeitungsvorgänge ausgeführt. Die Symbole s repräsentieren die durch Entzerrung und Fehlerkorrektur rekonstruierten Signale rx .

In Fig. 2 wird die Funktionsweise des Kanalschätzers KS während der Berechnung der Kanalkoeffizienten h und des Gleichspannungskoeffizienten c dargestellt. Diese Berechnung findet während des Empfangs einer Trainingssequenz mit Testdaten d statt. Während dieser Trainingssequenz werden die Testdaten d von einer sendenden Funkstation zu der in Fig. 1 dargestellten empfangenden Funkstation FS übertragen. Die Empfangssignale rx treffen durch Mehrwegeausbreitung, Störung und Verzögerung beeinträchtigt bei der empfangenden Funkstation FS ein und stehen dem Kanalschätzer KS als Empfangssignale rx zur Verfügung.

Diese die verzerrten Testdaten d enthaltenden digitalen Empfangssignale rx werden daraufhin in einem Speicherelement rx^{-M} gespeichert und verzögert ausgegeben. Die ausgegebenen digitalen Empfangssignale sind die Antennendaten z der Trainingssequenz. Es ist zu bemerken, daß die Antennendaten z und die im folgenden zu berechnenden Koeffizienten c, h komplexe Werte darstellen, wenn die Basisbandumsetzung in In-Phase und Quadraturkomponenten unterscheidet.

Die in der Empfangseinrichtung EE vorbekannten Testdaten d , jedoch im unverzerrtem Zustand, werden einem Kanalmodell KM zugeführt. Dieses Kanalmodell KM modelliert Verzögerungsgliedern Z^{-1} , die kettenförmig angeordnet sind. Die Testdaten d durchlaufen diese Verzögerungsglieder Z^{-1} . Die unverzögerten Testdaten d und die am Ausgang eines jeden Verzögerungsgliedes Z^{-1} anliegenden verzögerten Testdaten d werden jeweils mit einem Kanalkoeffizienten h in einer Bewertungseinheit BE bewertet und anschließend zu Modelldaten y aufsummiert. Im Kanalmodell KM wird die Mehrwegeausbreitung simuliert, wobei nacheinander eintreffende Signalkomponenten zu einem gemeinsamen Signal überlagert werden. In Mobilfunksystemen reichen drei bis vier Verzögerungsglieder Z^{-1} aus, um die Mehrwegeausbreitung auszugleichen. Somit ist das Kanalmodell KM durch einen Filter mit endlicher Impulsantwort realisiert.

Bei der Summenbildung zum Erhalten der Modelldaten y wird jedoch auch ein Gleichspannungskoeffizient c herangezogen. Eine Gleichspannungssymbolfolge m , die mit der bei der Umwandlung der Empfangssignale rx in die Antennendaten z einhergehenden Modulation korrespondiert (entspricht für GSM beispielsweise

– 67,5 kHz), wird mit dem Gleichspannungskoeffizienten c multipliziert und das Multiplikationsergebnis in die Summenbildung zu den Modelldaten y einbezogen.

Weiterhin enthält der Kanalschätzer KS ein Rechenwerk RW, das die Antennendaten z der Trainingssequenz und die Modelldaten y vergleicht und die Abweichung e beider Werte bestimmt. Die Abweichung e wird innerhalb des Rechenwerkes RW einer Einheit LS zugeführt, die die für eine minimale Abweichung e erforderlichen Kanalkoeffizienten h und Antennenkoeffizient c bestimmt.

Beispielsweise wird vor Bestimmung der Kanalkoeffizienten h und des Gleichspannungskoeffizienten c eine Verzögerung M zur Synchronisation der empfangenen Testdaten d mit den vorliegenden Testdaten D bestimmt. Diese Synchronisation ist nötig, da der Zeitpunkt des Eintreffens der empfangenen Testdaten d in der Empfangseinrichtung EE nicht genau vorhersehbar ist. Die Einheit LS löst das Problem der kleinsten Fehlerquadrate an mehreren Positionen des Empfangsdatenstromes, der durch die Antennendaten z der Trainingssequenz gebildet wird. Die Position mit dem kleinsten quadratischen Fehler stellt die Synchronisationsposition dar. Damit ist auch eine Verzögerung M bestimmt, die im weiteren bei der Bearbeitung der Empfangssignale rx auch außerhalb der Trainingssequenz für die gleiche Zeitlage verwendet wird.

Durch diese Verfahrensweise wird die Synchronisation zusammen mit der Bestimmung der Koeffizienten h, c bewirkt. Bei der Lösung des Problems der kleinsten Fehlerquadrate kann die Abweichung e vorteilhafterweise durch die Summe der quadrierten Kanalkoeffizienten h normalisiert werden, wodurch sich die Synchronisation weiter verbessern läßt. Anstelle der Lösung des Problems der kleinsten Fehlerquadrate können jedoch auch andere geeignete Algorithmen verwendet werden, die eine Minimierung der Abweichung e herbeiführen.

Die durch das Rechenwerk RW bestimmten Kanalkoeffizienten h und der Gleichspannungskoeffizient c , sowie die Verzögerung M werden daraufhin auch außerhalb der Trainingssequenz zur Verbesserung des Empfangs der Empfangseinrichtung EE verwendet. Die im Kanalschätzer KS enthaltenen Einrichtungen KM, RW, rx^{-M} sind vorteilhafterweise in einem digitalen Signalprozessor implementiert. Durch entsprechende Algorithmen, können im digitalen Signalprozessor neben der Lösung des Problems der kleinsten Fehlerquadrate auch entsprechende Verzögerungen von Datenelementen und eine Simulation gemäß dem Kanalmodell KM erfolgen.

In Fig. 3 sind der Empfang und die Weiterverarbeitung der Empfangssignale rx außerhalb der Trainingssequenz schematisch dargestellt. Mit den berechneten, negierten Gleichspannungskoeffizienten c werden die digitalen Empfangssignale rx bereits bevor sie dem Kanalschätzer KS zugeführt werden in einem Addierglied beaufschlagt. Der Kanalschätzer KS nimmt die um den Gleichspannungsstöranteil korrigierten digitalen Empfangssignale rx auf und verzögert sie entsprechend der zuvor bestimmten Verzögerung M , bevor sie als Antennendaten z dem Detektor DT zugeführt werden.

Weiterhin verarbeitet der Detektor DT die Kanalkoeffizienten h , wie sie zuvor während der Trainingssequenz berechnet wurden. Dieser Detektor DT kann daraufhin die Entzerrung und Fehlerkorrektur der Antennendaten z vornehmen und erzeugt die Symbole s . Für die Antennendaten z ist der Gleichspannungsstöranteil



bereits ausgeglichen. Die erfindungsgemäße Empfangseinrichtung zeigt durch den Ausgleich des Gleichspannungsstöranteils, der erfindungsgemäß ohne zusätzlichen schaltungstechnischen Aufwand erzielt werden kann, eine verbesserte Entzerrung und Fehlerkorrektur der Empfangssignale rx.

Patentansprüche

1. Empfangseinrichtung (EE) zum Ausgleich eines Gleichspannungsstöranteils von Empfangssignalen (rx), mit Mitteln (KS) zur Bestimmung von Kanalkoeffizienten (h) unter Verwendung eines Kanalmodells (KM) zur Modellierung einer Mehrwegeausbreitung von Funksignalen, wobei das Kanalmodell (KM) um einen Gleichspannungskoeffizient (c) erweitert ist, und wobei der bei der Kanalmodellierung mit Vergleichssignalen (d) bestimmte Gleichspannungskoeffizient (c) zum Ausgleich des Gleichspannungsstöranteils der Empfangssignale (rx) vorgesehen ist.
2. Empfangseinrichtung (EE) nach Anspruch 1, mit einem Kanalschätzer (KS) und einem Detektor (DT), die ins Basisband übertragene und digitalisierte Empfangssignale (rx) als Antennendaten (z) verarbeiten,
 - wobei im Detektor (DT) außerdem die durch den Kanalschätzer (KS) bestimmten, zur Berücksichtigung einer Mehrwegeausbreitung der Empfangssignale (rx) vorgesehenen Kanalkoeffizienten (h) verarbeitet werden, bei der der Kanalschätzer (KS)
 - ein Mittel zum Bestimmen von Modelldaten (y) unter Verwendung der Kanalkoeffizienten (h) und unter Berücksichtigung des Gleichspannungskoeffizienten (c) des Kanalmodells (KM) enthält und
 - ein Rechenwerk (RW) zur Berechnung des Gleichspannungskoeffizienten (c) mit einem die Minimierung der Abweichung (e) der Antennendaten (z) und der Modelldaten (y) vornehmenden Algorithmus enthält,wobei während einer Trainingssequenz mit Testdaten (d)
 - das Rechenwerk (RW) für die Verarbeitung der den empfangenen Testdaten (d) zuordenbaren Antennendaten (z) und der aus dem mit den in der Empfangseinrichtung (EE) vorliegenden Testdaten (d) gespeisten Kanalmodell (KM) abgeleiteten Modelldaten (y) vorgesehen ist,und
 - dieser Gleichspannungskoeffizient (c) zum Ausgleich des Gleichspannungsstöranteils und
 - die Kanalkoeffizienten (h) zur Entzerrung und zur Fehlerkorrektur der Empfangssignale (rx) außerhalb der Trainingssequenz vorgesehen sind.
 - 3. Empfangseinrichtung (EE) nach Anspruch 2, bei der das mit den unverzerrten vorliegenden Testdaten gespeiste Kanalmodell (KM) durch Verzögerungselemente (Z^{-1}) und Bewertungselemente (BE) zur Realisierung eines Filters mit endlicher Impulsantwort gebildet wird, wobei entsprechend dem Kanalmodell (KM)
 - durch den Gleichspannungskoeffizienten (c) Gleichspannungsmodellsymbole (m) bewertet

werden,

- diese jeweils mit Ausgangsdaten der die Testdaten (d) mit unterschiedlicher Verzögerung durch die Kanalkoeffizienten (h) bewertenden Bewertungselemente (BE) überlagert werden, und
- als Überlagerungsergebnis die Modelldaten (y) vorliegen.

4. Empfangseinrichtung (EE) nach einem der vorherigen Ansprüche, bei der außerhalb der Trainingssequenz die Antennendaten (z) mit den durch den Gleichspannungskoeffizienten (c) bewerteten Gleichspannungsmodellsymbolen (m) im Kanalschätzer (KS) überlagert werden und das Überlagerungsergebnis als Antennendaten (z) dem Detektor (DT) zugeführt wird.

5. Empfangseinrichtung (EE) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der außerhalb der Trainingssequenz die digitalen, durch keine weitere Modulation beeinflussten Empfangssignale (rx) direkt mit dem Gleichspannungskoeffizienten (c) zum Ausgleich des Gleichspannungsstöranteils beaufschlagt werden.

6. In einem Funknetz betriebene Funkstation (FS) mit einer Empfangseinrichtung (EE) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei zum Ausgleich des Gleichspannungsstöranteils der Gleichspannungskoeffizient (c) entsprechend der Verkehrsbeziehungen bei veränderten Funkkanal neu bestimmt wird.

7. Funkstation (FS) nach Anspruch 6, zum Betrieb im Zeitlagenmultiplex, bei der der Abgleich des Gleichspannungsstöranteils mit Hilfe der Trainingssequenz zeitlagenbezogen vorgesehen ist.

8. Verfahren zum Ausgleich des Gleichspannungsstöranteils von Empfangssignalen (rx), bei dem ein Mittel (KS) zum Bestimmen von Kanalkoeffizienten (h) zur Modellierung einer Mehrwegeausbreitung der Empfangssignale (rx) eines Funkkanals entsprechend eines Kanalmodells (KM) die Erweiterung des Kanalmodells (KM) um einen Gleichspannungskoeffizient (c) vorsieht, und der bei der Kanalmodellierung mit Vergleichssignalen (z) bestimmte Gleichspannungskoeffizient (c) zum Beaufschlagen der Empfangssignale (rx) mit einem den Gleichspannungsstöranteil ausgleichenden Korrekturwert (k) verwendet wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem in einer Empfangseinrichtung (EE)

- ins Basisband übertragene und digitalisierte Empfangssignale (rx) als Antennendaten (z) in einem Kanalschätzer (KS) und in einem Detektor (DT) verarbeitet werden und
- zusätzlich im Detektor (DT) im Kanalschätzer (KS) bestimmte, zur Berücksichtigung einer Mehrwegeausbreitung der Empfangssignale (rx) vorgesehene Kanalkoeffizienten (h) verarbeitet werden,

wobei der Kanalschätzer (KS)

- ein Rechenwerk (RW) zur Berechnung des Gleichspannungskoeffizienten (c) mit einem die Minimierung der Abweichung (e) der Antennendaten (z) und Modelldaten (y) vornehmenden Algorithmus enthält und
- zum Bestimmen der Modelldaten (y) unter Verwendung der Kanalkoeffizienten (h) und unter Verwendung eines Gleichspannungskoeffizienten (c) das Kanalmodell (KM) berück-



sichtigt,
wobei dem Rechenwerk (RW) während einer Trainingssequenz mit Testdaten (d)
— die den empfangenen Testdaten (d) zuordnenbaren Antennendaten (z) und aus dem mit den in der Empfangseinrichtung (EE) vorliegenden, unverzerrten Testdaten (d) gespeisten Kanalmodell (KM) abgeleitete Modelldaten (y) zugeführt werden, und
wobei außerhalb der Trainingssequenz
— dieser Gleichspannungskoeffizient (c) zum Ausgleich des Gleichspannungsstörannteils und
— die Kanalkoeffizienten (h) zur Entzerrung und zur Fehlerkorrektur der Empfangssignale (rx)
vorgesehen sind.
10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem der Algorithmus zur Bestimmung des Gleichspannungskoeffizienten (c) und der Kanalkoeffizienten (h) derart ausgebildet ist, daß die Minimierung der Abweichung (e) mit einer Berechnung der kleinsten Fehlerquadrate vorgenommen wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 10, bei dem gleichzeitig mit der Berechnung des Gleichspannungskoeffizienten (c) und der Kanalkoeffizienten (h) eine Synchronisation der empfangenen Testdaten (d) mit den im Kanalmodell verarbeiteten Testdaten (d) durch Lösung eines überbestimmten Gleichungssystems an mehreren zeitlich aufeinanderfolgenden Positionen im Verhältnis der empfangenen und im Kanalmodell (KM) verarbeiteten Testdaten (d) vorgenommen wird, und die Verzögerung (M) bei der Bewertung der Empfangssignale (rx) außerhalb der Trainingssequenz herangezogen wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11, bei dem die Synchronisation dadurch bewirkt wird, daß die Lösung des Gleichungssystems für die zu bestimmenden Koeffizienten (c, h) mit dem kleinsten Fehler ausgewählt und damit die Bestimmung einer Verzögerung (M) erfolgt.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 10, bei dem eine Synchronisation der empfangenen Testdaten (d) mit den im Kanalmodell verarbeiteten Testdaten (d) durch ein Korrelationsverfahren und damit die Bestimmung einer Verzögerung (M) vor der Bestimmung des Gleichspannungskoeffizienten (c) und der Kanalkoeffizienten (h) vorgenommen wird und die Verzögerung (M) bei der Bewertung der Empfangssignale (rx) auch außerhalb der Trainingssequenz herangezogen wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10, bei dem entsprechend einer Lernfunktion der Gleichspannungskoeffizient (c) aus mehreren Berechnungen gemittelt wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14, bei dem der Gleichspannungsstörannteil unter Verwendung des gemittelten Gleichspannungskoeffizienten (c) ausgeglichen wird, bevor eine Berechnung der Kanalkoeffizienten (h) und eine Synchronisation durchgeführt wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem modulierten Gleichspannungsstörannteils dem Kanalmodell (KM) zusätzlich eine dieser Modulation entsprechende Gleichspannungssymbolfolge (m) zur Bewertung durch den Gleichspannungskoeffizienten (c) zugeführt wird und diese bewertete Gleichspan-

nungssymbolfolge (m) ebenfalls beim Ausgleich des Gleichspannungsstörannteils verwendet wird.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der berechnete Gleichspannungskoeffizient (c) direkt zum Ausgleich des Gleichspannungsstörannteils der digitalen und durch keine weitere Modulation beeinflussten Empfangssignale (rx) angewandt wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen



Fig 1

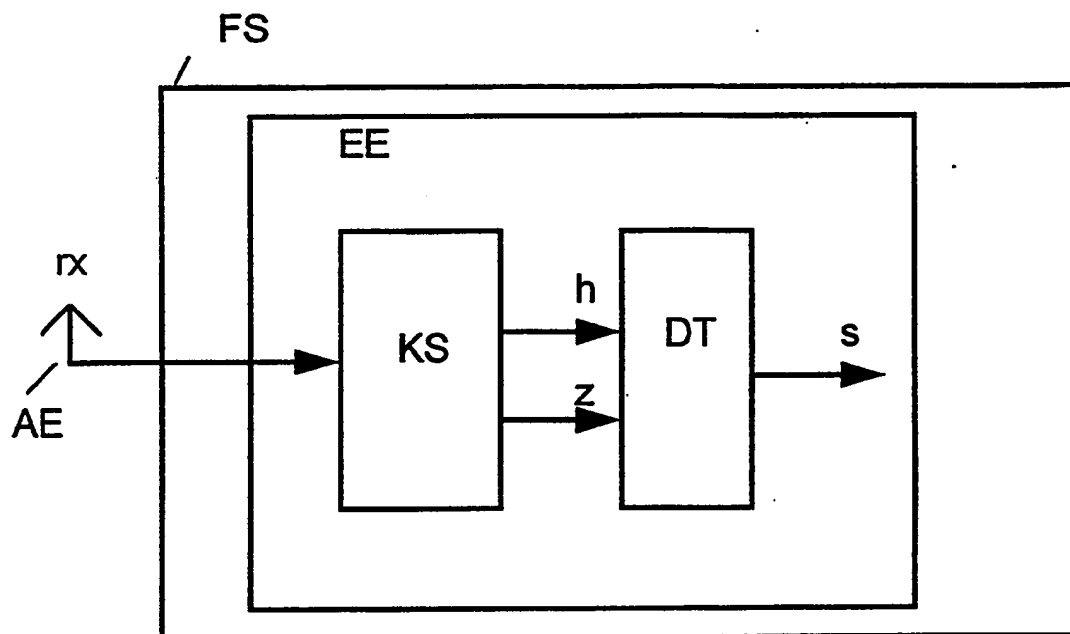


Fig 2

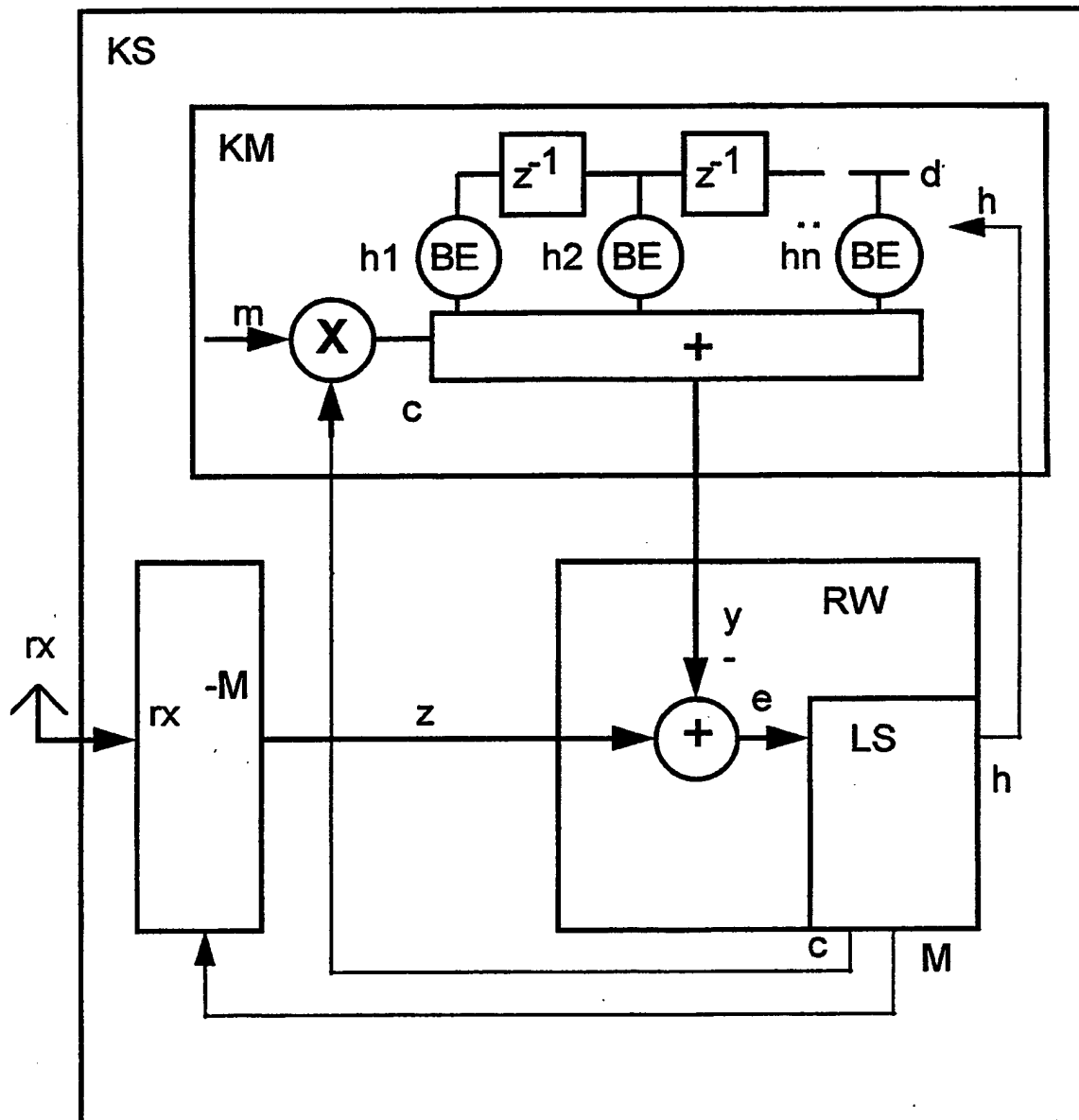


Fig 3

